

Мурзакулов К.Е.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗНЕНИЯ ЭЛЕКТРОНАТИРАНИЕМ

В данной работе рассматриваются об отличительных особенностях применении технологии железнения способом электронатирания от других наиболее распространенных методов восстановления деталей машин в условиях малого и среднего предпринимательства. Приводятся способы приготовления, корректировка и контроль электролита и влияние состава электролита, режима электролиза на физико-химические свойства наращенного слоя на изношенные поверхности деталей и основные требования к гальванопокрытию при восстановлении деталей машин, агрегатов, техники и оборудования.

Сущность процесса электролитического железнения основана на явлении электролиза железа в кислых электролитах. При прохождении электролитического тока через стальные электроды опущенные в электролит, положительный электрод – анод растворяется, а на отрицательном электроде- катоде происходит наращивание металла.

Если же в место катода поместить соответственно подготовленную деталь, то на ней будет осаждаться слой железа. Покрытия, полученные гальваническим наращиванием, отличается мелкозернистой структурой, повышенной твердостью, микроскопическими трещинами.

Для большинства машиностроительной продукции наличие износа в сопряжениях проявляется при зазорах в 0,5 мм, а иногда и менее. Именно такие износы целесообразно устранять гальваническими методами.

Покрытия, полученные наплавкой или металлизацией, отличаются от металла детали неравномерной структурой, пониженной пластичностью, большими внутренними напряжениями. Кроме того, наплавленный слой имеет неровную поверхность, шлаковые включения, окисные пленки и т.д.

В процессе восстановления детали на электролизе железа в кислых ваннах не подвергаются местным термическим воздействиям, что особенно важно для деталей которые, должны сохранять свою геометрическую форму. Кроме того, термическая обработка материала в основной главной части объема детали не нарушается, так как процесс железнения в ваннах проходит при температуре 70-80 °С. [1]

Применения крупных ремонтных предприятий с поточными механизированными линиями массового производства для восстановления изношенных деталей способами наплавка, напыление, электролитическое железнение в ваннах стали экономически малорентабельными. Наиболее распространенные и доступные эти методы имеют ряд сложностей: большая энергоемкость, тепловое влияние, возможна деформация детали, дороговизна флюса электродной и порошковой проволоки, необходимость изоляции мест, не подлежащих покрытию, сложность конструкций подвесных устройств и необходимость иметь ванны больших размеров и т.д.

Ныне в Кыргызстане, наряду с государственными, существуют частные предприятия и организации с другими формами собственности в промышленности и сельском хозяйстве. Появились и успешно функционируют предприятия мелкосерийного и индивидуального производства, крестьянские хозяйства, кооперативы, фермерства и т.д. В условиях малого и среднего предпринимательства можно рекомендовать метод электронатирания т.е. электролитическое железнение вне ванновым способом “натирания”. [2]

Метод электронатирания, сравнительно с ванновым способом и другими методами вне ванного железнения привлекателен простой и невысокой стоимостью оборудования, отсутствует потребность установки больших ванн с электролитом и этот процесс легко регулируется и управляется.

Решение задачи повышения долговечности машин путем качественного восстановления изношенных деталей возможно именно за счет применения таких процессов, которые могут быть разработаны и внедрены без особых начальных затрат и на небольших предприятиях, крестьянских хозяйствах, сельхозкооперативах, фермерствах и т.д. Сущность способа электронатирания состоит в следующем: восстанавливаемое изделие соединяют “минусом” источника питания, а “плюс” подключают к тампону, смоченному в электролите. Двигая тампон-анодом по изношенной поверхности изделия катода происходит наращивания слоя металла. (рис №1)

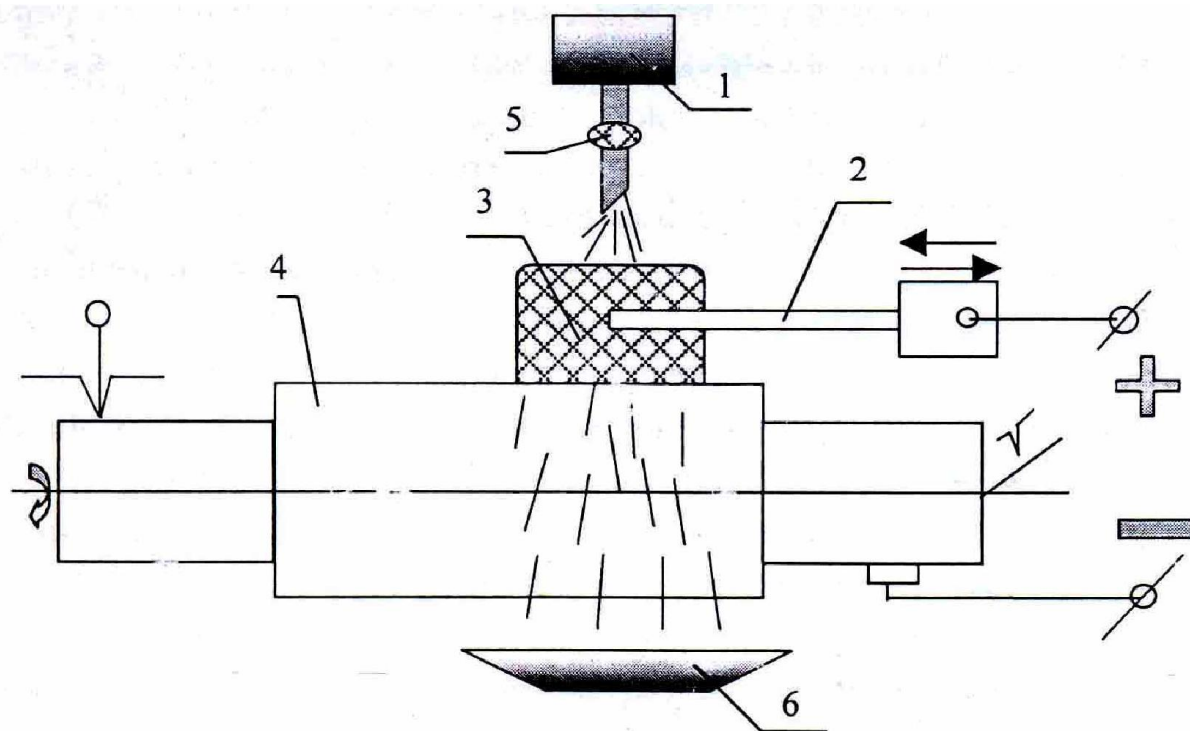


Рис.1. Установка для нанесения покрытий электролитическим натиранием на базе токарного станка. Сосуд с электролитом, анод из графитового стержня, тампон из адсорбирующего материала хлопчатобумажной ткани или сукна, катод-восстанавливаемая деталь, краник сосуда, сосуд для сбора электролита.

Изложенный метод эффективен при восстановлении изношенной поверхности в средней части вала длиной 1,5...2,0 м., боковой износ посадочной внутренней поверхности под подшипник корпуса редуктора или коробки скоростей, шейки коленчатых вала, плоские детали, изделия типа "вал" и "отверстия" в деталях машин. Отличительной особенностью электронатирания является механическое воздействие материала тампона совместно с осаждением ионов железа. [3] В настоящее время развитие способов восстановления изношенных деталей машин электролитическими покрытиями осуществляется по двум направлениям:

Совершенствование существующих электролитов и изыскание новых, обеспечивающих получение более качественных покрытий с требуемыми механическими свойствами.

Совершенствование существующих и изыскание новых способов электролитического наращивания металла, обеспечивающих повышение производительности процесса и улучшение механических свойств покрытий.

Практика показала, что холодные электролиты позволяют значительно упростить и удешевить

применяемое в гальванотехнике оборудование, а главное, облегчить его обслуживание. Поэтому сейчас ведутся большие работы по совершенствованию существующих и разработке новых холодных электролитов для нанесения износостойких покрытий. В зависимости от состава электролита, его температуры и режима электролиза физико-химические свойства наращенного слоя изменяются. Пользуясь этим явлением, в процессе восстановления получают осадки, которые по свойствам не уступают основному металлу, а в ряде случаев даже превосходят его по работоспособности. [4] Для изучения надежности, долговечности и предупреждения износов деталей машин на лаборатории кафедры "Механика" в КРСУ я разработал совместно с сотрудниками специальную установку для нанесения гальванопокрытия на изношенные поверхности деталей машин способом "электронатирания". [5] Установка для железнения состояла из двух агрегатов -ванн для получения электролита и собственно изготовленной установки для натирания образцов электролитическим железнением. Ванна для получения электролита представляла собой

емкость размерами 500 200 200мм, выполненную из эбонита и полной объем ванн составляет 20 литров.

Источником постоянного тока служит выпрямитель ВС-50. Для обеспечения технологического режима железнения, выпрямитель включался через регулятор напряжения РНО-250-2. В настоящее время имеется довольно много составов электролитов для электролиза железа. [6]

Исходным материалом для приготовления электролита является хлористое железо, представляющее собой голубовато-зеленые кристаллы, гигроскопические и легко окисляющиеся. Кроме этого, для электролита необходима соляная кислота. Кислоту можно применять не только химически чистую, но и техническую. Для проведения лабораторных работ принимаем простой хлористый электролит ($FeCl_2 + 4H_2O$) с содержанием хлористого железа с концентрацией 350 20 г/л. [7] Приготовление электролита в производственных и лабораторных условиях производится травлением (до насыщения) в соляной кислоте стружек из малоуглеродистой стали и выполняем следующие работы:

Стружку заготавливаем без окалин на токарном станке из малоуглеродистой стали марки ст. 20.

Отвешиваем необходимое количество стружки больше указанного в таблице №1 (берем на 10-20% больше)

Отвешенную стружку не обезжириваем т.к. стружки были свежие.

Травление стружки ведем 50% ным раствором соляной кислоты в ванне с кислотостойкими стенками. (принимаем емкость старого аккумулятора автомобиля КамАЗ) Загруженная стружка травится до прекращения выделения пузырьков водорода.

После травления раствор переливается в другую стеклянную посуду и отстаивается в течении суток, при этом в раствор добавляется соляная кислота в количестве 0,2..0,3 г/л.

Когда раствор отстоится переливают его через фильтр (сукно, ткань и.т.д) в ванну железнения (в нашем случае емкость аккумулятора) и разбавляют водой до необходимой концентрации железа.

В качестве анодов, при переработке электролита, применяем листы размером 120 120 мм из стали марки Ст.20 помещенные в ванну в мешках из стеклоткани во избежание засорения электролита. Электролит, который применялся для железнения электролитом, прорабатывался до тех пор, пока его характеристики не доводились до

требуемых параметров т.е. концентрация электролита при проверке денсиметром или ареометром должна соответствовать плотности 1,20 г/см³, а для контроля кислотности применяем РН - метры типа ЛПУ -01 или РН-340, а также используем универсальные индикаторные бумаги (производства Чехия, БРНО, РН от 0.....12 эталонная шкала, 100 полосок). На приготовленный электролит завешиваем электроды - катоды и аноды, включается ток 30 а/дм² и при этой плотности тока электролит прорабатывался до получения хороших осадков железа. Если окажется большая недостача железа в электролите, необходимо загрузить чистую стружку в мешке из стеклоткани. При этом добавить в электролит соляную кислоту, исходя из изменений плотности (удельного веса) кислоты..

Удельный вес кислоты (плотность) г/см ³	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20
Количество добавляемой кислоты г/л (см ³)	20 (18)	19 (16,6)	18 (15,5)	17 (14,6)	16 (13,6)	15 (12,6)	14 (11,6)

Табл. №2

Если в электролите окажется избыток железа, необходимо часть электролита отлить в запасной бак, а остальной разбавить водой необходимой концентрации. Незначительное снижение концентрации железа в электролите можно восполнить до нормальной концентрации проработкой током. При этом площадь анодов увеличиваем, против площади катодов в 8...10 раз.

Доливается кислота так, чтобы кислотность электролита составляла примерно 5...6 г/л. Когда электролит проработан и имеет нормальную кислотность, он приобретает светло зеленый свет.

Табл. №3

При пониженной кислотности в электролите появляется гидроокись

РН	0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5
HCl г/л	36,5	23,03	14,53	9,16	7,30	4,56	3,65	2,3	1,15

$Fe^{+++} + 2OH^- = Fe(OH)_2$ электролит желтеет и в нем появляются хлопья. В этом случае необходимо добавить кислоты и прорабатывать электролит до нормального состояния. Гидроокись железа частично

включается в осадок железа и ухудшает его качество. Если плотность электролита больше, добавляем воды, если меньше- соляную кислоту до уровня 1,20.

Таким образом, мы выбрали следующий состав электролита: концентрация железа $FeCl_2 + 4H_2O$ - 350г/л, удельный вес ли плотность электролита 1,20 г/см³.

Зависимость удельного веса электролита от концентрации железа.

Табл. №4

Концентрация железа $Fe_2 4H_2O$ г/л	200	260	300	350	400	500
Удельный вес кислоты (плотность) г/см ³	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,29

При длительном хранении на воздухе электролит окисляется и желтеет образуя Fe^{+++} . Исправление производится проработкой током и электролит принимает нормальную окраску $Fe^{+++} = Fe^{++}$. Содержание в электролите соляной кислоты HCl - является основным процессом железнения и кислотность оказывает влияние на свойства покрытия, на выход металла по току, на образование гидроокиси железа и на химическую активность электролита. [4,6,7]

Для приготовления электролита травлением в HCl стружек и в качестве листы -анодов при переработке электролита применяем материалы из стали марки Ст.20. Применение низкоуглеродистых сталей марки Ст.0, Ст.1, Ст.3, Ст.4 обыкновенного качества не использовали потому, что при по химическому составу не регламентированы. Качественные углеродистые конструкционные стали марки Ст.10, Ст.20, Ст.30, Ст.50 и т.д. гарантированы и имеют в своем составе малое количество вредных примесей и легирующих элементов. Поэтому анод и стружки изготавливали из сталей марки Ст.20.

В настоящее время наблюдается в нашей стране значительный рост числа автомобилей сельхозтехники импортируемых из стран Европы, США, Японии, Южной Кореи, Китая и т.д. В рынках на продаже имеются очень много запчастей, деталей обеспечивающие снабжение поставщиками ремонтного фонда из Китая и многих интересует вопрос как будет работать китайская восстановленная деталь электронатирием? Если, восстановленная китайская деталь изготовлена из материала нормализованной качественной углеродистой конструкционной стали марки Ст.30, Ст.45, Ст.50 и т.д. и имеет в своем составе малое количество вредных

примесей и легирующих элементов и по структуре основным составляющим является феррит, тогда сцепляемость покрытия с основой катода- детали будет хорошей, отслаивания не наблюдается и эксплуатационные показатели будут высокие и у китайских деталей, в противном случае, идет отслаивание. После изготовление электролита основным требованием к наращенному слою при восстановлении деталей сводятся к следующему:

Получение хорошего сцепления с основным металлом.

Получение слоя с требуемыми физико-механическими свойствами.

Обеспечение необходимой толщины покрытия и равномерности его распределения.

Технология восстановления деталей железнением способом электронатириания [8] в настоящее время не нашла еще широкое применение и умелое использование метода электронатириания их холодных электролитов экономически выгодно, т.к. электролитическое железнение является восстановительной и одновременно упрочняющей технологией в современных условиях малого и среднего предпринимательства для восстановления изношенных деталей автотракторов, сельхозмашин и другой техники, оборудования.

Литература:

1. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей М., "Академия", 2003, с. 496
2. Мурзакулов К.Е. О восстановлении деталей машин холодным гальваническим железнением. Сб. трудов института менеджмента, бизнеса и туризма., вып.2, Бишкек, 1999, с. 86-85.
3. Мурзакулов К.Е. О внедрении электронатириания в условиях малых и средних машиностроительных предприятий. Материалы межд.научной конференции "Технология и перспективы современного инженерного образования, науки и производства", посвященной 45-летию организации ФПИ-КГТУ им. И.Раззакова - Технические науки. Б. 7-8 октября 1999., с. 188-191.
4. Мелков В.П. Твердое осталивание автотракторных деталей М., "Автотранспорт", 1971, с. 221,
5. Мурзакулов К.Е. Установка для нанесения покрытий электролитического железа на изношенные детали машин "натирием". Научно-технический журнал Ферганского политех.института, №2. Фергана, Узбекистан, 2006, с. 46-51
6. Закиров Ш.З. Упрочнение деталей машин электроосаждением железа . Душанбе, "Ирфан", 1978, с. 200.
7. Зайцев В.Ф. Электролитическое железнение – эффективный метод восстановления деталей. Фрунзе: Киргиз. ИНТИ №15, 1976, с. 17
8. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин. М., "Колос", 1972, с. 527.